DISTRIBUTION AND DIRECTION OF THE BLOOD VESSEL IN THE CANINE VOCAL CORD. ...AN X-RAY INVESTIGATION...

SHIGENOBU MIHASHI, M.D., MASANAO OKADA, M.D., MINORU HIRANO, M.D.

Department of Otorhinolaryngology, Kurume University School of Medicine, Kurume
(Director: M. Hirano, M.D.)

The purpose of the present paper is to investigate the blood vessel distribution in the vocal cord, especially from the functional point of view as a vibrator.

After the contrast medium was infused through bilateral common carotid artery, the larynx was excised and fixed. The softex contact microradiography was performed on the specimens which were cut out in sagittal, horizontal and frontal plane. The observations were mainly focused upon the free edge of the vocal cord. The microradiograms gave the following results:

(1) The canine larynx is supplied by three major arteries, that is, superior laryngeal artery, cricothyroid branch and inferior laryngeal artery. The latter two are branched from superior thyroid artery.

(2) The peripheral branches of these arteries anastomose each other in the larynx and make arterial networks here and there. Especially, on the level of the false cord and the vocal cord, the arterial networks appear to be arterial rings.

(3) It should be emphasized that there is a clear-cut separation of the blood supply between the mucous membrane and the muscle layer near the free edge of the vocal cord. In other word, the vessels of the mucous membrane run backward from the anterior commissure forward from the posterior part of the vocal cord, and little vessels come in the mucosa from the underlying muscle. The direction of the vessels is almost parallel to the edge of the vocal cord. On the other hand, the vessels of the muscle layer chiefly run almost vertical to the edge of the vocal cord. Since the mucosa near the edge of the vocal cord moves most significantly during the vibration, the pattern of the distribution and direction of the blood vessels described above appears to be suitable for high frequency vibrations.

A79—0435. 61010

犬声帯における血管の分布と走行

——造影剤注入によるX線の観察——

久留米大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：平野 実教授）

三 橋 重 信 ・ 岡 田 正 直 ・ 平 野 実

1. はじめに

組織、あるいは器官の形態的機能の特異性はその部の血管分布様式に特長を与えられられるので、血管分布様式およびその微細構築を究明することにより、当該部位における形態機能の特異性を推察することも可能で

ある。このような観点より発声時の振動体である声帯の組織構造と血管分布様式および微細血管の構築との関係を検討することは極めて興味のある問題である。こと喉頭の血管系に関する報告は少く⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁶⁾、そのほとんどは粗大血管の走行状態およびその分布領域に関し

てであり、喉頭内、なかでも声帯における分布状態を機能的面からみた報告はほとんど皆無である。そこでわれわれは造影剤注入によるX線的方法により声帯における血管分布様式につき機能面を加味した観察を行ったので報告する。

II. 研究方法

13～30kgまでの比較的大きい雑種成犬を材料とした。静脈麻酔下に両側総頸動脈および内外頸静脈にカニューレを挿入固定し、両総頸動脈より30°～40°C加温の生理食塩水にて手圧で灌流を行った。灌流1, 2, 回目にて椎骨動脈の血流を遮断するためにチオペンタールの心内注入を行い心停止させた。流出静脈カニューレよりの血液が消失したのち30°～40°C加温の造影剤を総頸動脈に挿入したカニューレより左右同時に手圧にて注入した。造影剤としてはマイクロパック（ミドリ十字社販売）を生理食塩水にうすめ50%溶液とし、これにゼラチンを2.5～5%の割合に加えた混合液を使用した。静脈内に挿入したカニューレが造影剤により乳白色に見えたら注入を止め、動静脈を速かに結紮した。次いで喉頭部を氷にて十分冷却し、1～2時間後に喉頭全摘を行った。この際、血管より造影剤が流出してきたらその都度、結紮を行って流出を止めた。摘出標本は10%の冷ホルマリン液にて24～48時間固定を行った。固定標本は喉頭全体正中で半截。あるいは声帯部の矢状断、水平面、前額面にうすく切り出し、超軟X線発生装置、Softex（日本ソフテックス社）を用いて撮影を行った。半截喉頭など軟骨を含む場合の撮影条件は、焦点乾板距離35cm、二次電圧35 K.V.P., 管電流3.5mA, 照射時間180secとした。また、軟骨除去標本については、二次電圧20K.V.P., 照射時間120secに下げて撮影を行った。撮影したフィルムは大型マクロ写真装置（NIKON MULTIPHOT）によつて拡大撮影を行い微細血管の観察に供した。

III. 研究成績

1. 喉頭の主要動脈およびその走行の概要。

犬喉頭を栄養する主要動脈は、図1に示す如く、上喉頭動脈、輪状甲状枝（以下輪甲枝）、および下喉頭動脈の3動脈である。上喉頭動脈は外頸動脈起始部近くの腹側面よりおこり甲状舌骨膜を側方で貫き、喉頭内へ進入する。輪状枝および下喉頭動脈は、上甲状腺動脈の枝であり、本動脈は第一気管輪あたりの高さで総頸動脈の腹側面よりおこる。輪甲枝は輪状軟骨下縁にそつて腹側に向い、一枝はそのまま腹側に輪状軟骨と気管軟骨の間より喉頭に入る。他の一枝は輪状甲状靱帯の正中部にて

対側の同名枝と吻合し、正中の吻合部よりやや外側で輪状甲状膜を貫いて喉頭内へ進入している。下喉頭動脈は下喉頭神経とともに喉頭外側方を上走し、尾背部より喉頭内へ進入している。

次に喉頭内へ進入したこれら3動脈の走行状態について矢状面および水平面より観察する。図2は犬喉頭の造影剤注入後の矢状面半截標本のSoftex撮影像を示す。上喉頭動脈の枝は大別して、上行枝、前行枝、後行枝に分けることができる。上行枝は主として喉頭蓋、披裂喉頭蓋嚢領域に分布し、前行枝は仮声帯、室腹側部への枝を出し、これらの部に輪状枝および上喉頭動脈後行枝の前枝と吻合して動脈網を形成している。前行枝はさらに前連合部まで走り、甲状軟骨内面を上行してきた、輪甲枝の分枝と吻合して反転し、声帯長軸にほぼ平行に後走して披裂軟骨部より前走してきた、上喉頭動脈の後行枝前枝、および下喉頭動脈と吻合している。上喉頭動脈後行枝は主として後方に走る後枝と前方へ走る前枝に分けることができ、後枝は主として披裂部後面に分布し、下喉頭動脈と吻合している。また、前枝は主として仮声帯、声帯に分布して、仮声帯および喉頭室においては上喉頭動脈前行枝の枝、および輪甲枝の枝と吻合、声帯においてはそれに加えて下喉頭動脈と吻合している。

輪甲枝は輪状甲状膜を貫いて喉頭内へ進入したのち、甲状軟骨内側面を上走する枝を出し、上喉頭動脈と吻合し主要枝はそのまま後走し下喉頭動脈および上喉頭動脈の前行枝と後行枝前枝と吻合している。

下喉頭動脈は後輪状披裂筋の尾側部より喉頭内へ入り前上方および後上方へ向い、前述の如くそれぞれ輪甲枝、上喉頭動脈後行枝と吻合している。以上述べた如く、喉頭内動脈の分布様式は動脈吻合が多く、かつ声帯、仮声帯においては動脈輪ともいうべき分布様式をとつていることが特徴的である。

2. 声帯遊離縁部における血管分布とその走行。

a 矢状断標本における観察。

造影剤注入後、固定した標本を正中で半截し、上は声帯上方で、下は輪状軟骨上縁にそつて、後は披裂軟骨声帯突起部直前にて切離した。さらに図3Cに示す如く、粘膜固有層と筋層との間で剝離した粘膜部と筋層を含む矢状断切片とを切り出し、これらを別々に超軟X線撮影し、声帯粘膜固有層と筋層との血管分布につき別個に観察した。粘膜固有層部（図3A）の血管分布は声帯遊離縁に近い部分においては声帯縁に並行して走る傾向が強く、この部の血管はほとんど大部分が前連合部より後方

へ、また声帯後部より前方へ走行しており下方から直接遊離縁部へ進入するものはほとんど認められない。遊離縁から下方に行くにしたがって声帯長軸に交叉して走る血管が多くなり樹枝状、網目状の走行が顕著になっている。筋層（図3B）においては、甲状軟骨下縁に進入した輪甲枝は数本の分枝を上方に出しながら後方に走り、これらの各分枝はお互いに相隣り合う枝どうし吻合して動脈網を形成しており、声帯長軸に対して交叉するように走る血管が比較的多い。

b. 水平断標本における観察

水平面での観察では造影剤注入後、固定した標本を上は声帯直上で切除し、下は輪状軟骨上縁にて切除した後、図4Cに示す如く声帯粘膜固有層と筋層との間および筋層上部で水平断し、これらを別々に超軟X線撮影を行った。声帯粘膜固有層までの部分では（図4A）、前連合部よりは上喉頭動脈の前行枝と輪甲枝の分枝が声帯長軸にほぼ並行して屈曲、蛇行しながら後方へ走り、他方、後方披裂軟骨声帯突起部より上喉頭動脈後行枝、下喉頭動脈、輪甲枝が前方へ走り、前方よりきた血管と吻合している。また静脈も動脈の走行にほぼ並行して走るが、前連合部と披裂軟骨部においては静脈叢を形成している。注目すべきは喉頭室底部より声帯長軸に交叉して進入し、声帯を横切つて声門側上皮直下まで達する血管は認められないことである。

声帯筋層レベルにおける水平断標本（図4B）では、輪甲枝よりの分枝が最も優勢に分布している。これらの分枝は矢状面の筋層レベルで観察した、図3Bの分枝に一致する、その走行は前方より後方に向う間に数本の分枝を上内方へ出して相隣り合う分枝は互いに吻合している。粘膜固有層レベルと筋層レベルにおける血管分布、および走行の大きな相違点は、粘膜固有層レベルでは血管は声帯長軸にほぼ平行に走り、かつ外側より声帯長軸に交叉して声門側上皮直下まで達する血管を認めないのに対し筋層レベルにおいては血管が声帯長軸に交叉して粘膜上皮直下まで到達していることである。

C. 前額断標本における観察

前額面の観察では造影剤注入固定標本を前述の如く切り出し、前連合部より後方へ連続的にほぼ5mmの厚さで前額断し観察を行った。図5A、Bは前連合部より0.5～1cmの部における前額断撮影像であり、筋層深部より上内方へ樹枝状に分布する豊富な血管が認められる。これらの血管は声帯遊離縁より離れた声帯の上面、および下面では粘膜上皮直下まで到達しているが、声帯遊離縁

の粘膜固有層には進入しておらず、声帯遊離縁の粘膜固有層における血管は筋層深部よりの血管と画然と境いされている。前述の矢状断および水平断標本の観察結果と合せ考えると、声帯遊離縁部の血管は前連合部あるいは声帯後部より進入してきたものであることがわかる。またこの部の血管は多くが円形、橢円形を呈し声帯長軸にほぼ平行に走るものが多いことを示している。なお、線状を呈しているものは標本の厚さが約5mm内外あるので斜走している血管と考えられる。

IV. 総括ならびに考察

犬喉頭内に分布する動脈は外頸動脈起始部より起る上喉頭動脈と第一気管輪の高さで総頸動脈の腹側部より起る上甲状腺動脈の分枝である輪甲枝および下喉頭動脈の3動脈である。喉頭内に進入したこれら3動脈よりの細分枝は随所で豊富な吻合を呈し、動脈網を形成している。特に仮声帯レベル、声帯レベルにおいては動脈輪ともいうべき分布様式をとっており、発声、呼吸、嚥下と多彩な機能を司る器官に適した豊富な血管分布状態である。Terracol¹⁰⁾、大木¹¹⁾は声帯に分布する動脈は声帯前半部、後半部において動脈網を形成しており、これをそれぞれ前弓、後弓、横弓と名付けている。また、大木は前弓と後弓と境界は臨床的というところのいわゆる声帯前1/8の部分にほぼ一致しており、これは声帯の病理、例えば声帯ポリープの発生に深い関係があるとしている。しかしわれわれの観察では上喉頭動脈、輪甲枝、下喉頭動脈の細分枝の吻合により形成される3つの動脈弓を認めたが、前述した如くこれらの動脈弓の存在部位は声帯膜様部遊離縁部の振動に関する粘膜固有層においてではなく、より下方すなわち筋層レベルの水平断において認められるのであり、ポリープの好発部位とは位置的に異なる。犬声帯の血管分布について平岡⁷⁾は大部分が輪甲枝で一部が上および下喉頭動脈であり、かなり大きい動脈と思われる血管が声帯下部の粘膜下より声帯靱帯の中央部に入り、両側に向つて声帯縁に平行に拡がって徐々に細くなつて観察不能になるとしている。われわれの観察においては確かに輪甲枝よりの細枝が遊離縁下方より声帯長軸に交叉する如く上内方へ走り樹枝状に分布しているが、声帯遊離縁部においては声帯の長軸に対して平行に走行する傾向が強く、この部の血管は大部分が前連合部より後方へ、また声帯後部より前方へ走行しており、中央部にて下方および側方から直接進入するものはほとんど認められなかった。すなわち声帯遊離部粘膜固有層における血管は、深部筋層とは画然と境いされており、

両者の間には血管分布および走行に大きな相異点が存在することが特徴的である。このいわゆる振動に関与すると思われる遊離縁、上皮固有層における声帯長軸にそつた血管の走行は粘膜波動が下方より上方、上方より下方へと伝播する場合に最も影響が少い走行形態であり、機能になつた合理的な走行様式と解釈される。

V 結 語

1) 犬喉頭を栄養する動脈は上喉頭動脈、上甲状腺動脈の分枝である輪甲枝ならびに下喉頭動脈の3動脈である。

2) 喉頭内に進入した後の細分枝は随所で動脈網を形成しており、特に仮声帯、声帯レベルでは動脈輪ともいふべき分布様式をとつてゐる。

3) 声帯における動脈弓の存在部位は上皮固有層ではなく筋層レベルである。

4) 振動に最も関与する声帯遊離縁部における血管は前連合部より後方へ、声帯後部より前方へ長軸に並行して走つており、下方および外側方より進入するものはほとんど認められず、深部筋層の血管とは画然と境いされていた。

参考文献

- 1) *Adachi, B.* (足立文): Arteriensystem der Japaner. 1; 58~82 Kyoto, 1928.
- 2) 浅見宣三他: 血管分布研究方法に就て. 成医学会誌, 56; 979-982, 1937.
- 3) *Bigliardi, I.*: Arteriographischen Beitrag zur Kenntniss des Gefäßsystems Kehldeckels. Cit. Zbl. f. Hals usw. Heilk. 27; 630, 1936-37.
- 4) *Bortolatti, R.*: Die Arterielle Blutversorgung des Kehlkopfes. Cit. Zbl. f. Hals usw. Heilk. 35; 645, 1941-42.
- 5) *Bradley, O.C.*: Topographical anatomy of the dog. Oliver & Boyd, 6ed, London, 1959.
- 6) *Else, C.*: Blutgefäße des Kehlkopfes. Denker Kähler Handbuch, 1; 258-260, 1925.
- 7) 平岡恒雄: 犬喉頭の Compartment に関する研究. 日耳鼻, 71; 1174-1199, 1968.
- 8) 星野孝, 須賀昭一: 顕微X線法, マイクロラジオグラフィーおよびマイクロアンギオグラフィー. 東京, 医学書院, 1970.
- 9) 木本亮介: 猿喉頭および気管の血管分布機構について. 久医誌, 23; 2178-2195, 1960.
- 10) 小島爾郎: 喉頭血管系の立体的観察. 耳鼻臨床, 62; 465-488, 1959.
- 11) 大木稔文: 喉頭の血管分布について. 日耳鼻, 61; 1830-1840, 1958.
- 12) 斉藤真: 血管撮影法. 日外会誌, 37; 1477, 1937.
- 13) 佐藤保信: 耳鼻咽喉科領域に於ける微細血管分布の研究. (V) 喉頭粘膜に於ける所見. 慈恵医大誌, 66; 182-184, 1952.
- 14) *Spiess, G.*: Über den Blutstrom in der Schleimhaut des Kehlkopfes und des Kehldeckels. Arch. Anat. Physiol. 503-516, 1894.
- 15) 鈴木孝司: イヌの頸部血管系に関する研究. II. 咽喉頭部の血管分布について. 解剖学雑誌, 40; 220-230, 1965.
- 16) *Terracol, J. & Guerrier, Y.*: La Vascularisation de la corde vocale. Ann. oto-Laryng. 73; 407-423, 1956.
- 17) 山中康正: 生体における喉頭粘膜毛細血管の研究. 耳鼻臨床, 50 (増2); 83-96, 1957.

稿を終るに臨み、超軟X線発生装置および大型マクロ写真装置の使用に際し、多大なる便宜を計つていただいた解剖学第一講座、竹重教授に心から感謝致します。

本研究の一部は第76回日本耳鼻咽喉科学会総会(1975. 5. 16)における宿題報告「音声外科の基礎と臨床」の中で口演された。そしてその要旨は第360回日耳鼻九州地方会にて発表した。

(原稿受付 昭和50.7.2日)

三 橋 論 文 付 図 (I)

附 図 説 明

1) 喉頭を栄養する主要動脈を示す，前後面の Softex 撮影像である

S.L.A.：上喉頭動脈 S.T.A.：上甲状腺動脈 I.L.A.：下喉頭動脈 C.T.B.：輪状甲状枝

2) 矢状面半截標本の Softex 撮影像

S.L.A.：上喉頭動脈 I.L.A.：下喉頭動脈 C.T.B.：輪状甲状枝

3A) 声帯粘膜固有層の矢状断標本撮影像，図 3C の A の部分に相当する。

3B) 声帯筋層の矢状断標本撮影像，図 3C の B の部分に相当する。

三 橋 論 文 付 図 (Ⅱ)

4A) 声帯粘膜固有層の水平断標本撮影像，図4CのAに相当する部分

4B) 声帯筋層の水平断標本撮影像，図4CのBに相当する部分

5B) 声帯前連合より0.5cmの部における前額断標本撮影像

5A) 5Bの遊離縁部の拡大像